

PCT

世界知的所有権機関

国際事務局



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 6 H01L 21/027	A1	(11) 国際公開番号 WO 95/10849
		(43) 国際公開日 1995年4月20日 (20.04.95)
(21) 国際出願番号 PCT/JP94/01705 (22) 国際出願日 1994年10月12日 (12. 10. 94)		
(30) 優先権データ 特願平5/256003 1993年10月13日 (13. 10. 93) JP		
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 沖電気工業株式会社 (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP] 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 Tokyo, (JP)		
(72) 発明者: および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 渡辺 明 (WATANABE, Akira) [JP/JP] 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内 Tokyo, (JP)		
(74) 代理人 弁理士 鈴木敏明 (SUZUKI, Toshiaki) 〒108 東京都港区芝浦4丁目10番3号 沖電気工業株式会社内 Tokyo, (JP)		
(81) 指定国 JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).		
添付公開書類		国際調査報告書

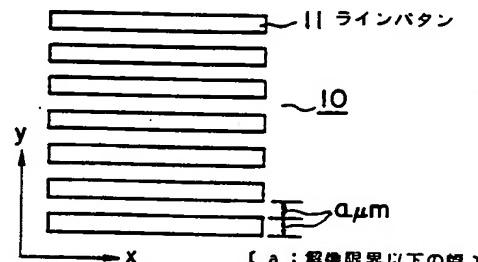
(54) Title : **PATTERN AND METHOD FOR EVALUATING FOCAL POINT**

(54) 発明の名称 焦点評価用パタンおよび焦点評価方法

11 ... line pattern

a ... width smaller than resolution

b ... first reticle pattern for evaluating focal
point of this invention



b 本発明の第1の焦点評価用レティクルパタン

(57) Abstract

The pattern of a reticle having a fine pattern which is finer than the resolution of a stepper or a fine line pattern whose lines are separated from each other by distances shorter than the resolution of the stepper is transferred to various areas of the surface of a wafer, and the size of the pattern is measured. Consequently the best focusing position (in-focus wafer position) can be easily determined.

(57) 要約

その周囲がステッパーの解像限界以下の微細パターンもしくは、解像限界以下の距離離間された微細パターンを有するレティクルを用いて、様々なウエハ位置で、ウエハ上にそのパターンを転写し、そのパターン寸法を測定するようにしたのでベストフォーカス位置（焦点の合ったウエハ位置）が容易に判定できる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AM アルメニア	DK デンマーク	LI リヒテンシュタイン	PT ポルトガル
AT オーストリア	EE エストニア	LK スリランカ	RO ルーマニア
AU オーストラリア	ES スペイン	LR リベリア	RU ロシア連邦
BB バルバドス	FI フィンランド	LT リトアニア	SD スーダン
BE ベルギー	FR フランス	LU ルクセンブルグ	SE スウェーデン
BF ブルガニア・ファソ	GA ガボン	LV ラトヴィア	SI スロヴェニア
BG ブルガリア	GB イギリス	MC モナコ	SK スロヴァキア共和国
BJ ベナン	GE グルジア	MD モルドバ	SN セネガル
BR ブラジル	GN ギニア	MG マダガスカル	SZ スワジランド
BY ベラルーシ	GR ギリシャ	ML マリ	TD チャード
CA カナダ	HU ハンガリー	MN モンゴル	TG トーゴ
CF 中央アフリカ共和国	IE アイルランド	MR モーリタニア	TJ タジキスタン
CG コンゴー	IT イタリー	MW マラウイ	TT トリニダード・トバゴ
CH スイス	JP 日本	MX メキシコ	UA ウクライナ
CI コート・ジボアール	KE ケニア	NE ニジェール	UG ウガンダ
CM カメルーン	KG キルギスタン	NL オランダ	US 米国
CN 中国	KP 朝鮮民主主義人民共和国	NO ノルウェー	UZ ウズベキスタン共和国
CZ チェコ共和国	KR 大韓民国	NZ ニュー・ジーランド	VN ヴィエトナム
DE ドイツ	KZ カザフスタン	PL ポーランド	

明細書

焦点評価用パタンおよび焦点評価方法

5

技術分野

本発明は、焦点評価用パタン、特に、半導体装置製造工程の露光工程での焦点を合わせための焦点評価用パタンに関するものである。また、この焦点評価用パタンを用いた焦点評価方法に関するものである。

10

背景技術

従来、「VLSIテクノロジー入門」(平凡社) P. 143、144に記載されているように、解像度の高いパタン形成のために、縮小投影露光が用いられている。この方法は、マスクとウエハが接触しないために、マスクの欠陥が露光工程中に発生することなく、高歩留りを確保できる。この縮小投影露光法で用いられる装置はステッパーと呼ばれる。以下この縮小投影露光法について図17を参照して説明する。光源である水銀ランプ171からの光は、フィルタを通って単波長になる。この光は、コンデンサレンズ172を通った後にパターンの原画であるレティクル173まで到達する。このレティクルの明部を通った光は縮小レンズ174を通った後ウエハ上に焦点を結ぶ。通常この焦点は、光源171の近傍に設置され、ウエハの位置を検出するセンサ部(図示せず)によって、各露光条件に応じて自動的に合わせられる。

しかし、実際は、センサ部の設定したウエハの位置と、光学系が結ぶ焦点の位置は、必ずしも一致していないため、通常はこの差をあらかじめ

測定して、補正を行う必要がある。

発明の開示

5 第1の発明は、ステッパ装置のセンサ部が設定したウエハの位置と、光学系が結ぶ焦点の位置とのずれを測定する方法（焦点評価方法）に用いるパターン（焦点評価用パターン）を提供するものである。

第2の発明は、この焦点評価用パターンを用いた焦点評価方法を提供するものである。

10 第1の発明の焦点評価用パターンは、基体上に描かれたパターンであって、前記基体上の光源から光を照射した場合に、前記基体下のウエハ上に解像し得る線幅で描かれた第1のパターン部と、前記第1のパターン部に隣接して形成された第2のパターン部であって、解像し得ない線幅で描かれた、もしくは解像し得ない距離離間された微細パターンを有する第2のパターンとからなるパターンを有する。

第2の発明の焦点評価方法は、基体上に描かれたパターンであって、前記基体上の光源から光を照射した場合に、前記基体下のウエハ上に解像し得る線幅で描かれた第1のパターン部と、前記第1のパターン部に隣接して形成された第2のパターン部であって、解像し得ない線幅で描かれた、もしくは解像し得ない距離離間された微細パターンを有する第2のパターンとからなるパターンを有する焦点合わせ用パターンを、前記ウエハ上に転写する工程であって、前記焦点評価用パターンと、前記ウエハ設定位置との間の距離を変化させて複数回転写する工程と、前記複数回の転写で前記ウエハ上に転写された各転写パターンの前記第1のパターン部に対応する第1の転写部の端部から、前記第2のパターン部に対応する第2の転写部の端部までの距離を測定する工程と、前記測定結果から焦点のあった前記ウ

エハ設定位置を判定する工程とを有する。

図面の簡単な説明

- 5 図1は本発明の第1の焦点評価用レティクルパタンを示す図である。
 図2は図1のレティクルパタンの転写パタンを示す図である。
 図3はウエハ位置と転写パタンのx軸方向寸法との関係を示す図である。
10 図4は、ウエハ位置と転写パタンのx軸方向寸法との関係を模式的に示す図である。
 図5は本発明の第2の焦点評価用レティクルパタンを示す図である。
 図6は図5のレティクルパタンの転写パタンを示す図である。
 図7は本発明の第3の焦点評価用レティクルパタンを示す図である。
 図8は $a_1=0.2$, $a_2=2.0$, $a_3=0.3\mu m$ の図7のレティクルパタンを
15 用いた場合の転写パタンのx軸方向の寸法とウエハ位置との関係を示す
 図である。
 図9は $a_1=0.2$, $a_2=3.0$, $a_3=0.3\mu m$ の図7のレティクルパタンを
 用いた場合の転写パタンのx軸方向の寸法とウエハ位置との関係を示す
 図である。
20 図10は $a_1=0.2$, $a_2=5.0$, $a_3=0.3\mu m$ の図7のレティクルパタン
 を用いた場合の転写パタンのx軸方向の寸法とウエハ位置との関係を示す
 図である。
 図11は $a_1=0.1$, $a_2=5.0$, $a_3=0.2\mu m$ の図7のレティクルパタン
 を用いた場合の転写パタンのx軸方向の寸法とウエハ位置との関係を示す
25 図である。
 図12は $a_1=0.2$, $a_2=5.0$, $a_3=0.2\mu m$ の図7のレティクルパタン

を用いた場合の転写パタンの x 軸方向の寸法とウエハ位置との関係を示す図である。

図 1 3 は $a_1=0.1$, $a_2=5.0$, $a_3=0.3 \mu m$ の図 7 のレティクルパタンを用いた場合の転写パタンの x 軸方向の寸法とウエハ位置との関係を示す図である。
5

図 1 4 は、比較データを示す図である。

図 1 5 は、本発明の第 4 の焦点評価用レティクルパタンを示す図である。

図 1 6 は、本発明の第 5 の焦点評価用レティクルパタンを示す図である。
10

図 1 7 は、ステッパ装置を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

15 [第 1 の実施例]

図 1 は、本発明の第 1 の実施例を示す焦点評価用パタンである。図 1 では、幅 $a \mu m$ の横長のラインパタン 11 が、縦に $a \mu m$ の間隔で配置されている。パタン幅 a は、露光を行うステッパの解像限界以下の線幅である。ここでは、N. A. (レンズの開口数, Numerical Aperture) = 0.5 μm 、i 線 (365 nm) を用いたので、理論上ステッパの解像限界 R は、
20

$$R = k \frac{\lambda}{N. A.}$$

25 λ : 露光波長

N. A. : レンズの開口数

$k = 0.5$ (定数)

より、

$$R = 0.5 \times \frac{0.365}{0.5} = 0.365$$

5

となる。従って、パタン幅およびパタン間隔 a は、理論上 $0.365 \mu m$ 以下の値であればよい。

次に、図 1 の焦点評価用レティクルパタンをウエハ上に転写した時の転
10 写パタンについて説明する。

図 2 (a) は、図 1 のレティクルパタンのパタン幅およびパタン間隔 a 値が $0.35 \mu m$ の場合の転写パタンである。ラインパタンの端部は、丸みをおびた形状となっているが、各ラインパタンは、分離している。図 2 (b) は、図 1 のレティクルパタンのパタン幅およびパタン間隔 a 値が $0.30 \mu m$ の場合の転写パタンである。各ラインパタンは、分離せず、転写パタンの端部は、波状となっている。図 2 (c) は、図 1 のレ
15 ティクルパタンのパタン幅およびパタン間隔 a 値が $0.25 \mu m$ の場合の転写パタンである。各ラインパタンは、分離せず、転写パタンは、大きな四角形となっている。図 2 (d) は、図 1 のレティクルパタンのパ
20 タン幅およびパタン間隔 a 値が $0.20 \mu m$ の場合の転写パタンである。各ラインパタンは、分離せず、転写パタンは、大きな四角形となっている。

20

25

ここで、先の a 値は、ウエハ上に転写した場合の数値で、レティクル上ではその 5 倍の値となる ($1/5$ 縮小の場合)。また、露光時間は、16 0 msecとした。

25

このように、解像限界以下のパタン幅およびパタン間隔では、パタン

は、正確に分離もしくは解像せず、パタン幅およびパタン間隔 a が、
0. 25 μm 以下では、外観上大きな四角形のパタンとなる。

次に、図1のレティクルパタンを用いた焦点評価方法について説明する。

- 5 まず、図1のレティクルパタンを準備する。ここでは、パタン幅および
パタン間隔が 0. 25 μm (図2 (c)) のレティクルパタンを用いた。
図2 (c) に示したように、このレティクルパタンを用いた場合は、転写
パタンの形状が外観上大きな四角形となり、寸法測定が容易になる。こ
のレティクルパタンを、あらかじめレジストを塗布したウエハの区画さ
れた複数のエリアに、それぞれウエハ位置を変化させて、パタンをウエ
ハ上に転写(露光・現像)する。ここで、露光量は一定とし、露光時間は
160 msec.とした。ウエハ位置は、センサが設定したウエハ位置を基準
(0) とし、この基準から上方向 (+) に 0.1、0.2 および 0.3 μm 変化させ、基準から下方向 (-) に 0.1、0.2 および 0.3 μm 変化させた。
10 次に、ウエハ上に転写された転写パタンの x 軸方向の寸法を光学式寸法
測長機で測定する。

- 15 図3のグラフ1に、この場合の x 軸方向の寸法とウエハ位置との関係
を示す。このグラフ1の最大値が焦点のあったウエハ位置(ベストフォー
カス位置)となる。つまり、この場合、焦点のあった位置が、センサ設定
位置より 0.1 μm ずれていたことになる。

- 20 このように、一定の露光条件で、ウエハ位置と転写パタンの x 軸方向の
寸法の相関図からベストフォーカス位置を判定することができ、このベ
ストフォーカス位置とセンサ設定位置との差を考慮し、センサ設定位置
を補正することによって、より正確なパタン形成ができる。

- 25 ここで、グラフ2は、本発明の効果を説明するためのデータで、パタン
幅およびパタン間隔が 0. 5 μm のレティクルパタンを用いて転写した

場合の転写パタンのy軸方向の寸法の測定結果である。パタン幅およびパタン間隔が0.5μmの場合は、各ラインパタンが分離かつ解像し、全体が大きな四角形とならない。この測定は、SEM型寸法測長機で測定した。ここで、SEM型寸法測長機を用いたのは、光学式寸法測長機では、0.5μmという微細なライン幅が測定できないからである。詳細については、実施例3で詳しく説明する。

グラフ1では、焦点の合ったウエハ位置(ベストフォーカス位置)は、+0.1μmで、ウエハ位置-0.3μmの時のx軸方向寸法と、変曲点(この場合ウエハ位置+0.1μmの時)のx軸方向寸法との差(変換差)が約0.34μmである。

これに対し、パタン幅およびパタン間隔が0.5μmのレティクルパタンを用いた場合は、変換差が約0.1μmである。

従って、本発明の焦点評価方法では3倍以上の感度をもつことが分かる。

このように、本発明の第1の焦点評価用レティクルパタンを用いた焦点評価方法によれば、ウエハ位置の変化に対する転写パタン寸法の変換量を大きくすることができ、容易にベストフォーカス位置を判定できる。従って、このベストフォーカス位置の判定から、ウエハ位置の微調整を行うことにより正確なパタン形成を行うことができる。

図3では、グラフ1およびグラフ2とも寸法が小さくなる方向に転写パタン幅が変動しているので、凸形状のグラフとなっている。しかし、露光量が多くなるもしくは露光時間が長くなると、寸法が大きくなる方向に転写パタン幅が変動し、凹形状のグラフとなる。図4に、凸形状のグラフ(2)と、凹形状のグラフ(1)とを模式的に示した。グラフ(1)の場合は、グラフの最小値が、ベストフォーカス位置となる。

つまり、グラフの変曲点、露光量が多いもしくは露光時間が長い場合は

最大値、少ない場合は最小値が焦点のあったウエハ位置（ベストフォーカス位置）となる。

[第2の実施例]

図5は本発明の第2の焦点評価用レティクルパターン50で、四角形状のパターン51の周囲には、複数の三角形状の鋸歯部52が形成されている。この四角形状のパターン51の形状は適宜変更可能である。この三角形状の鋸歯部52は、底辺 $2a$ 、高さ $a \mu m$ の直角二等辺三角形である。

図6(a)、図6(b)、図6(c)および図6(d)に、図5の焦点評価用レティクルパターンをウエハ上に転写した時の転写パターンを示す。図6(a)は、図5の a の値が $0.35 \mu m$ の場合の転写パターンである。転写パターンの端部は、波状となっている。図6(b)は、図5の a の値が $0.30 \mu m$ の場合の転写パターンである。転写パターンは、略四角形となっている。図6(c)は、図5のレティクルパターンの a の値が $0.25 \mu m$ の場合の転写パターンである。転写パターンは、略四角形となっている。図6(d)は、図5のレティクルパターンの a の値が $0.20 \mu m$ の場合の転写パターンである。転写パターンは、略四角形となっている。ここで、先の a 値は、ウエハ上に転写した場合の数値で、レティクル上ではその5倍の値となる(1/5縮小の場合)。また、露光時間は、160 msecとした。

このように、解像界以下のパターン幅およびパターン間隔では、パターンは、正確に解像せず、パターン幅およびパターン間隔 a が、 $0.30 \mu m$ 以下では、外観上略四角形のパターンとなる。

従って、たとえば、 $a = 0.30 \mu m$ の図5のレティクルパターンを実施例1と同様に、ウエハ位置を変化させて転写し、転写パターンのx軸方向の測長を行えば、図3のグラフ1のようなウエハ位置の変化に対して転

写パタン寸法の変換量の大きいグラフが得られる。

このように、本発明の第2の焦点評価用レティクルパタンを用いた焦点評価方法によれば、ウエハ位置の変化に対する転写パタン寸法の変換量を大きくすることができ、容易にベストフォーカス位置を判定できる。従って、このベストフォーカス位置の判定から、ウエハ位置の微調整を行うことにより正確なパタン形成を行うことができる。

[第3の実施例]

図7(a)は本発明の第3の焦点評価用レティクルパタンで、 $25\mu m$ 四方の第1の四角形状のパタン部71の周囲に、複数の四角形状の歯部72が形成されている。この第1の四角形状のパタン部71の形状は適宜変更可能であり、例えば10もしくは $40\mu m$ 四方でもよい。また、長方形でもよい。図7(b)は、図7(a)の左上部(部分A)拡大図である。図7(b)に示すように、この四角形状の歯部72は、幅a3毎に配置された、幅a1、長さa2の四角形で構成されている。この図7(a)および図7(b)に示したレティクルパタンを用いた焦点評価方法について以下に説明する。

(i) $a_1=0.2\mu m$ 、 $a_2=2.0\mu m$ 、 $a_3=0.3\mu m$ の図7(a)レティクルパタンを用いた焦点評価方法を説明する。まず、 $a_1=0.2\mu m$ 、 $a_2=2.0\mu m$ 、 $a_3=0.3\mu m$ の図7(a)のレティクルパタンを準備する。次に、あらかじめレジストを塗布したウエハの区画された複数のエリアに、それぞれウエハ位置を変化させて、パタンをウエハ上に転写(露光・現像)する。ここで、露光量および露光時間は一定とした。ウエハ位置は、センサが設定したウエハ位置を0(基準)として、 $+1.5\mu m$ から $-1.5\mu m$ まで変化させた。次に、ウエハ上に転写された転写パタンのx軸方向の寸法を光学式寸法測定機で測定する。ここで、光学式寸法測定機は、第1の実施例中で説明したSEM型測定機より安価で、汎用性

があり、また、測定時間が短くかつ全自動測定が可能であるという利点がある。が、分解能が悪い。つまり、実施例1で示したような、 $0.5 \mu m$ 程度の微細なパタン幅は測定できない。この場合の転写パタンのx軸方向の寸法とウエハ位置との関係を図8に示した。この場合、焦点の合ったウエハ位置（ベストフォーカス位置）は、 $0 \mu m$ で、ウエハ位置 $-1.5 \mu m$ の時のx軸方向寸法と、最大値（この場合ウエハ位置 $0 \mu m$ の時のx軸方向寸法= 29.0 ）との差（変換差）が約 $0.81 \mu m$ である。

図14に、比較データを示す。図14のグラフ1は、パタン幅およびパタン間隔が $0.5 \mu m$ のレティクルパタンをウエハ位置を変化させて転写（露光・現像）した転写パタンのy軸方向の寸法をSEM型寸法測長機で測定した場合の結果を示す図である。この場合、ウエハ位置 $-1.5 \mu m$ の時のy軸方向寸法と、最大値（この場合ウエハ位置 $0 \mu m$ の時のx軸方向寸法= 29.0 ）との差（変換差）が約 $0.30 \mu m$ である。ここで、この場合の変換差（ $0.30 \mu m$ ）が、図3のグラフ2の場合（変換差= $0.1 \mu m$ ）より大きいのは、ウエハ位置を大きく変化（ $+1.5 \mu m$ から $-1.5 \mu m$ まで）させたからである。このように、図7(a)のレティクルパタンのa1、a2およびa3をそれぞれ $0.2 \mu m$ 、 $2.0 \mu m$ および $0.3 \mu m$ とすると、パタン幅およびパタン間隔が $0.5 \mu m$ のラインパタンを用いた場合（変換差=約 $0.30 \mu m$ ）の約2.7倍の変換差が得られる。さらに、このパタンは、光学式寸法測長機で測定が可能であるので、容易にかつ短時間でパタン寸法の測定ができる。

参考までに、光学式測長機での、ラインパタンのパタン寸法の測定結果を図14のグラフ2に示す。光学式寸法測長機では、分解能が悪いので、パタン幅およびパタン間隔が $1.5 \mu m$ 程度のラインパタンを用いなければ、その転写パタンのパタン寸法が測定できない。この場合、グラフ2に示すように、変換差は約 $0.11 \mu m$ であり、グラフ1の場合の

1 / 3 となる。従って、光学式寸法測長機で測定を行う場合は、図 7 のように解像限界以下の歯部をパタン周辺に形成したレティクルパタンを用いれば、パタン幅およびパタン間隔が $1.5 \mu m$ のラインパタンを用いた場合の約 8 倍の感度が得られる。

5 (i i) $a_1=0.2 \mu m$ 、 $a_2=3.0 \mu m$ 、 $a_3=0.3 \mu m$ の図 7 (a) レティクルパタンを用いて (i) と同様に転写した場合を説明する。この場合の転写パタンの x 軸方向の寸法とウエハ位置との関係を図 9 に示した。この場合、焦点の合ったウエハ位置 (ベストフォーカス位置) は、0 μm で、ウエハ位置 $-1.5 \mu m$ の時の x 軸方向寸法と、最大値 (この場合ウエハ位置 $0 \mu m$ の時の x 軸方向寸法 = 31.0) との差 (変換差) が約 10 0.72 μm である。

15 (i i i) $a_1=0.2 \mu m$ 、 $a_2=5.0 \mu m$ 、 $a_3=0.3 \mu m$ の図 7 (a) レティクルパタンを用いて (i) と同様に転写した場合を説明する。この場合の転写パタンの x 軸方向の寸法とウエハ位置との関係を図 10 に示した。この場合、焦点の合ったウエハ位置 (ベストフォーカス位置) は、0 μm で、ウエハ位置 $-1.5 \mu m$ の時の x 軸方向寸法と、最大値 (この場合ウエハ位置 $0 \mu m$ の時の x 軸方向寸法 = 35.0) との差 (変換差) が約 0.80 μm である。

20 (i) (i i) および (i i i) に示したように、図 7 (a) のラインパタンの a_1 、 a_3 をそれぞれ $0.2 \mu m$ 、 $0.3 \mu m$ とすると、長さ a_2 にかかる $0.7 \sim 0.8 \mu m$ の変換差が得られる。これは、パタン幅およびパタン間隔が $0.5 \mu m$ のラインパタンを用いて SEM 型寸法測長機で測定した場合の変換差 (約 $0.30 \mu m$) の $2.4 \sim 2.8$ 倍である。また、これは、パタン幅およびパタン間隔が $1.5 \mu m$ のラインパタンを用いて光学式寸法測長機で測定した場合の変換差 (約 $0.11 \mu m$) の約 7 ~ 25 8 倍である。

(i v) さらに、 $a_1=0.1 \mu m$ 、 $a_2=5.0 \mu m$ 、 $a_3=0.2 \mu m$ の図7(a) レティクルパタンを用いて(i)と同様に転写した場合を説明する。この場合の転写パタンのx軸方向の寸法とウエハ位置との関係を図11に示した。この場合、焦点の合ったウエハ位置(ベストフォーカス位置)は、 $0 \mu m$ で、ウエハ位置 $-1.5 \mu m$ の時のx軸方向寸法と、最大値(この場合ウエハ位置 $0 \mu m$ の時のx軸方向寸法= 35.0)との差(変換差)が約 $0.70 \mu m$ である。この数値も、パタン幅およびパタン間隔が $0.5 \mu m$ のラインパタンを用いた場合の変換差(約 $0.1 \mu m$)の7倍である。

(v) $a_1=0.2 \mu m$ 、 $a_2=5.0 \mu m$ 、 $a_3=0.2 \mu m$ の図7(a) レティクルパタンを用いて(i)と同様に転写した場合を説明する。この場合の転写パタンのx軸方向の寸法とウエハ位置との関係を図12に示した。この場合、焦点の合ったウエハ位置(ベストフォーカス位置)は、 $0 \mu m$ で、ウエハ位置 $-1.5 \mu m$ の時のx軸方向寸法と、最大値(この場合ウエハ位置 $0 \mu m$ の時のx軸方向寸法= 35.0)との差(変換差)が約 $0.34 \mu m$ である。この数値は、パタン幅およびパタン間隔が $0.5 \mu m$ のラインパタンを用いてSEM型寸法測長機で測定した場合の変換差(約 $0.30 \mu m$)の 1.13 倍であり、パタン幅およびパタン間隔が $1.5 \mu m$ のラインパタンを用いて光学式寸法測長機で測定した場合の変換差(約 $0.11 \mu m$)の約3倍である。が、(i)～(i v)の結果の約半分の感度である。

(v i) $a_1=0.1 \mu m$ 、 $a_2=5.0 \mu m$ 、 $a_3=0.3 \mu m$ の図7(a) レティクルパタンを用いて(i)と同様に転写した場合を説明する。この場合の転写パタンのx軸方向の寸法とウエハ位置との関係を図13に示した。この場合、焦点の合ったウエハ位置(ベストフォーカス位置)は、 $0 \mu m$ で、ウエハ位置 $-1.5 \mu m$ の時のx軸方向寸法と、最大値(この場

合ウエハ位置 $0 \mu\text{m}$ の時の x 軸方向寸法 = 27.0)との差(変換差)が約 $0.31 \mu\text{m}$ である。この数値は、パタン幅およびパタン間隔が $0.5 \mu\text{m}$ のラインパタンを用いて SEM 型寸法測長機で測定した場合の変換差(約 $0.30 \mu\text{m}$)の 1.03倍であり、パタン幅およびパタン間隔が $1.5 \mu\text{m}$ のラインパタンを用いて光学式寸法測長機で測定した場合の変換差(約 $0.11 \mu\text{m}$)の約 3倍である。が、(i) ~ (iv) の結果の約半分の感度である。

以上、(i) ~ (vi) の変換差のデータを表 1 に示す。

表 1

[単位: μm]

測定方式	SEM	光学	光学	光学	光学	光学	光学	光学
パタン	ラインパタン	ラインパタン	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)
パタン形状 幅・間隔 = 0.5	パタン 幅・間隔 = 0.5	パタン 幅・間隔 = 0.5	a1=0.2 a3=0.3 a2=2.0	a1=0.2 a3=0.3 a2=3.0	a1=0.2 a3=0.3 a2=5.0	a1=0.1 a3=0.2 a2=5.0	a1=0.2 a3=0.2 a2=5.0	a1=0.1 a3=0.3 a2=5.0
変換差	0.30	0.11	0.81	0.72	0.80	0.70	0.34	0.31
感度比	1.00	0.36	2.70	2.40	2.67	2.33	1.13	1.03

このように、図 7(a) の焦点評価用レティクルパタンを用いた場合は、ウエハ位置の変化に対するパタン寸法の変換量を大きくすることができる。従って、容易にベストフォーカス位置を判定でき、このベストフォーカス位置の判定から、ウエハ位置の微調整を行うことにより正確なパタン形成を行うことができる。

[第 4 の実施例]

鋸歯部あるいは櫛歯部の形状は、適宜変更可能である。図 14 および図 15 に他の例を示す。図 14 は、鋸歯部の形状を二等辺三角形状にした例で、図 15 は、櫛歯部の形状を正四角形状にした例である。

また、このような鉗歯部もしくは櫛歯部は、 x 軸方向もしくは y 軸方向

に形成するだけでも効果があるが、パタンの全周囲に形成すれば、同一パタンで、xおよびy方向の焦点評価が同時に得られる。

産業上の利用可能性

5

第1の発明によれば、焦点評価用パタン中に、基体上に描かれたパタンであって、前記基体上の光源から光を照射した場合に、前記基体下のウエハ上に解像し得る線幅で描かれた第1のパタン部と、前記第1のパタン部に隣接して形成された第2のパタン部であって、解像し得ない線幅で描かれた、もしくは解像し得ない距離離間された微細パタンを有する第2のパタンとを形成したので、このパタンを用いた場合は、ウエハ位置の変化に対するパタン寸法の変換量を大きくすることができる。

また、第2の発明によれば、第1の発明の焦点評価用パタンをウエハ上に転写する工程で、前記焦点評価用パタンと、前記ウエハ設定位置との間の距離を変化させて複数回転写し、前記複数回の転写で前記ウエハ上に転写された各転写パタンの前記第1のパタン部に対応する第1の転写部の端部から、前記第2のパタン部に対応する第2の転写部の端部までの距離を測定し、この測定結果から焦点のあった前記ウエハ設定位置を判定したので、容易にベストフォーカス位置を判定できる。

従って、このベストフォーカス位置の判定から、ウエハ位置の微調整を行うことにより正確なパタン形成を行うことができる。

請求の範囲

1. 第1のパタン部と、

前記第1のパタン部の端部のすくなくとも一部に解像限界以下の線幅で
5 描かれた第2のパタン部と、

を有することを特徴とする焦点評価用パタン。

2. 第1のパタン部と、

前記第1のパタン部の端部のすくなくとも一部に隣接して描かれた第2
のパタン部であって、解像限界以下の間隔に離間して配置された少なく
10 とも2つの微細パタンを有する第2のパタンと、

を有することを特徴とする焦点評価用パタン。

3. 前記第1のパタン部が略矩形状であることを特徴とする請求項1および2記載の焦点評価用パタン。

4. 前記第2のパタン部が略三角形状であることを特徴とする請求項1
15 記載の焦点評価用パタン。

5. 前記第2のパタン部が略矩形状であることを特徴とする請求項1記載の焦点評価用パタン。

6. 前記第2のパタン部が前記第1のパタン部の全周辺にわたって形成
されていることを特徴とする請求項1および2記載の焦点評価用パタ
20 ナン。

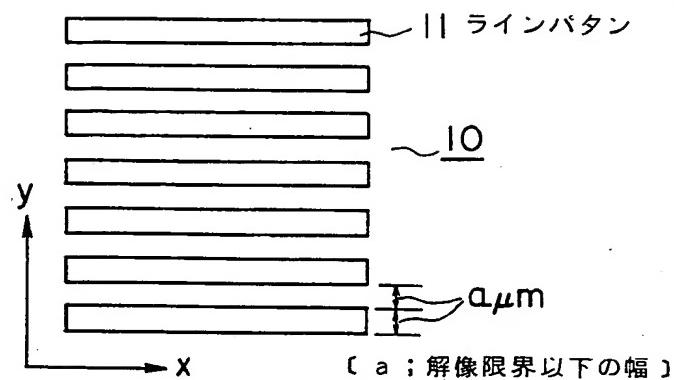
7. 第1のパタン部と、

前記第1のパタン部の端部のすくなくとも一部に解像限界以下の線幅で
描かれた第2のパタン部と、

を有する焦点合わせようパタンを、ウエハ上に転写する工程であって、
25 前記焦点評価用パタンと、前記ウエハ間の距離を変化させて複数回転写
する工程と、

前記複数回の転写で前記ウエハ上に転写された各転写パタンの第1の端部から、前記第2のパタン部に対応する第2の端部までの距離を測定する工程と、
を有することを特徴とする焦点評価方法。

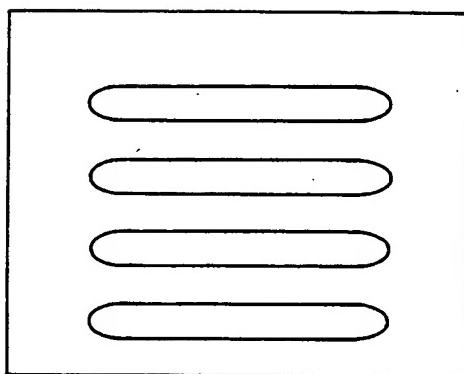
1/14



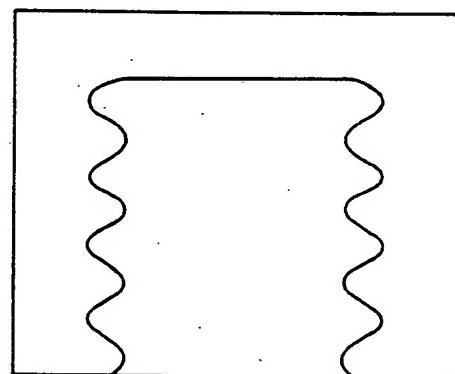
本発明の第1の焦点評価用レティクルパタン

Fig. 1

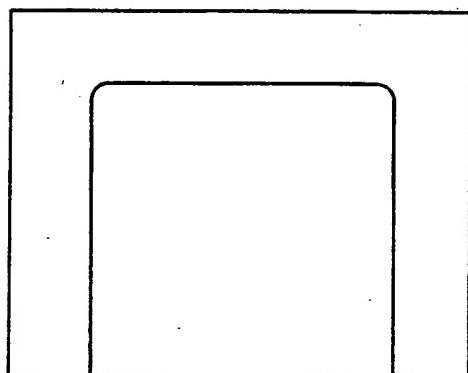
(a)



(b)



(c)



(d)

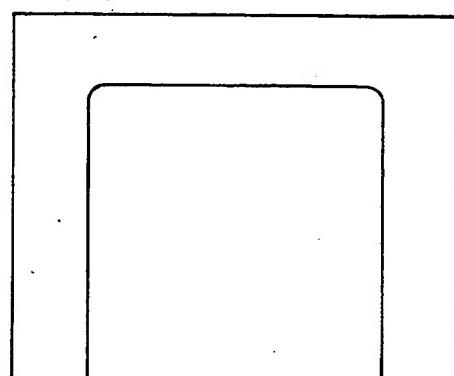
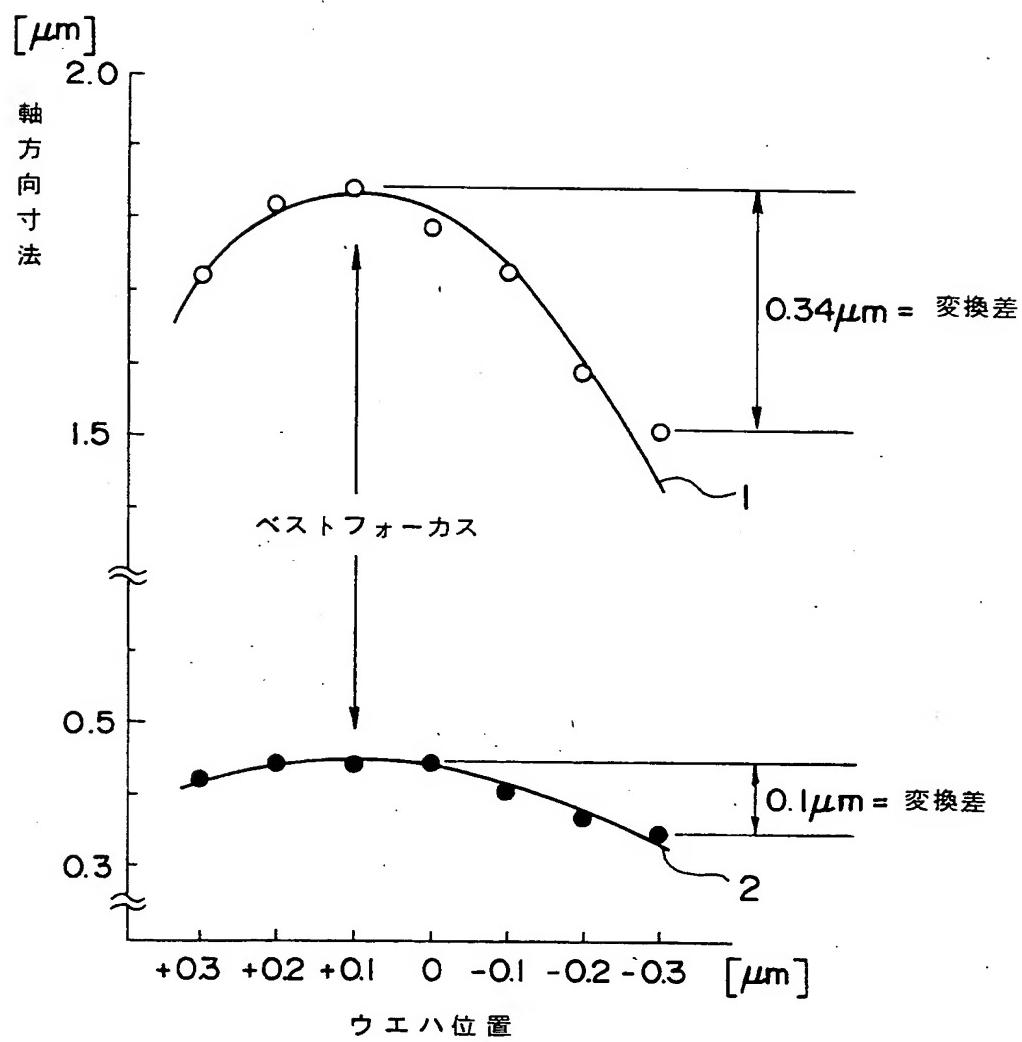


図1のレティクルパターンの転写パターン

Fig. 2

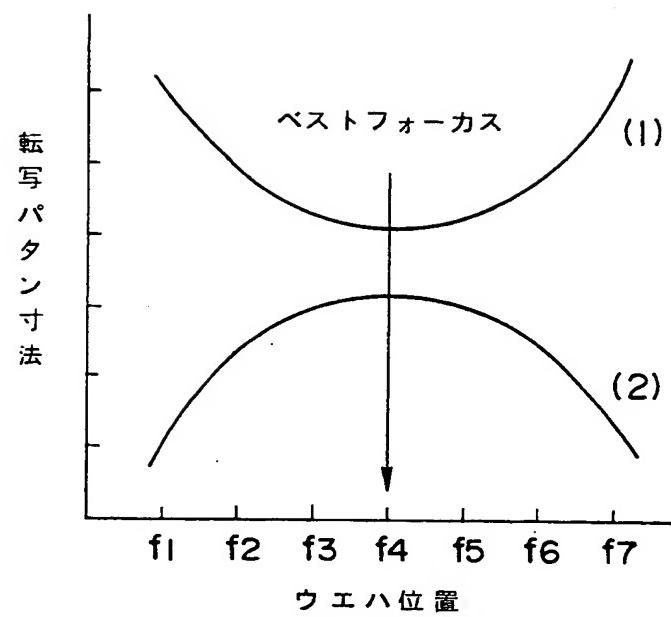
2/14



ウェハ位置と転写バタンのX軸方向寸法との関係を示す図

Fig. 3

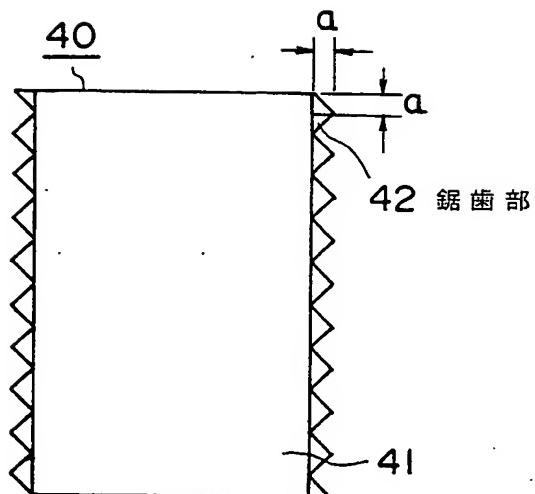
3/14



ウェハ位置と転写パタン寸法との関係を示す図

Fig. 4

4/14



本発明の第2の焦点評価用レティクルパタン

Fig.5

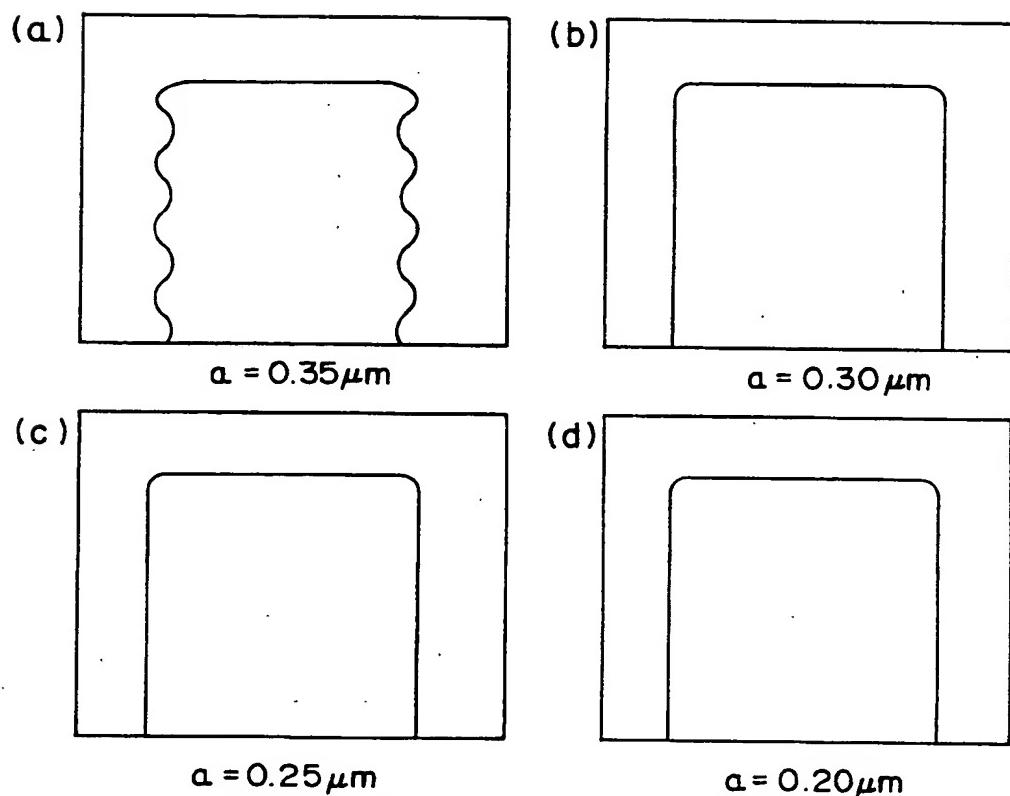
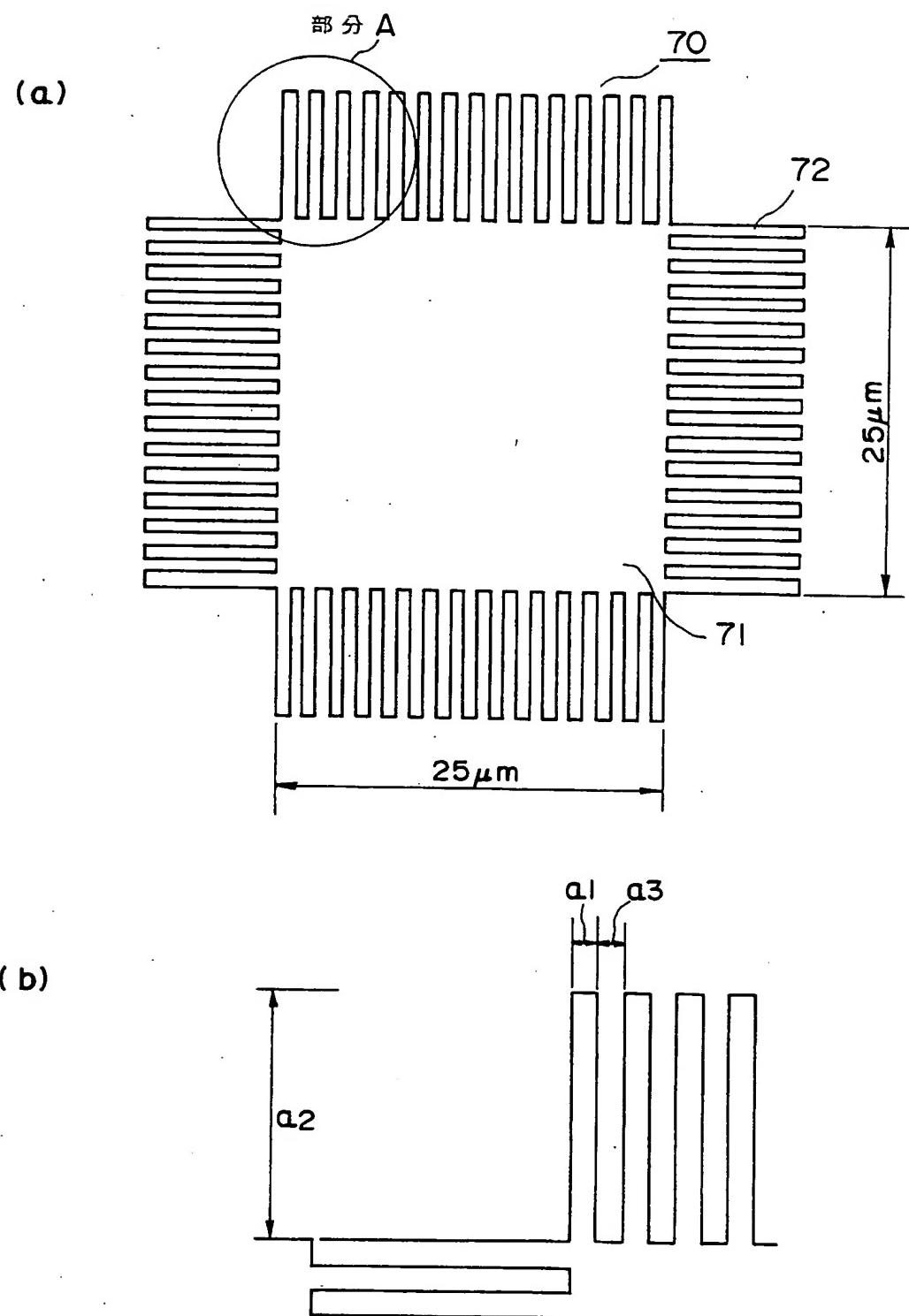


図5のレティクルパタンの転写パタン

Fig. 6

5/14



本発明の第3の焦点評価用レティクルパタン

Fig. 7

6/14

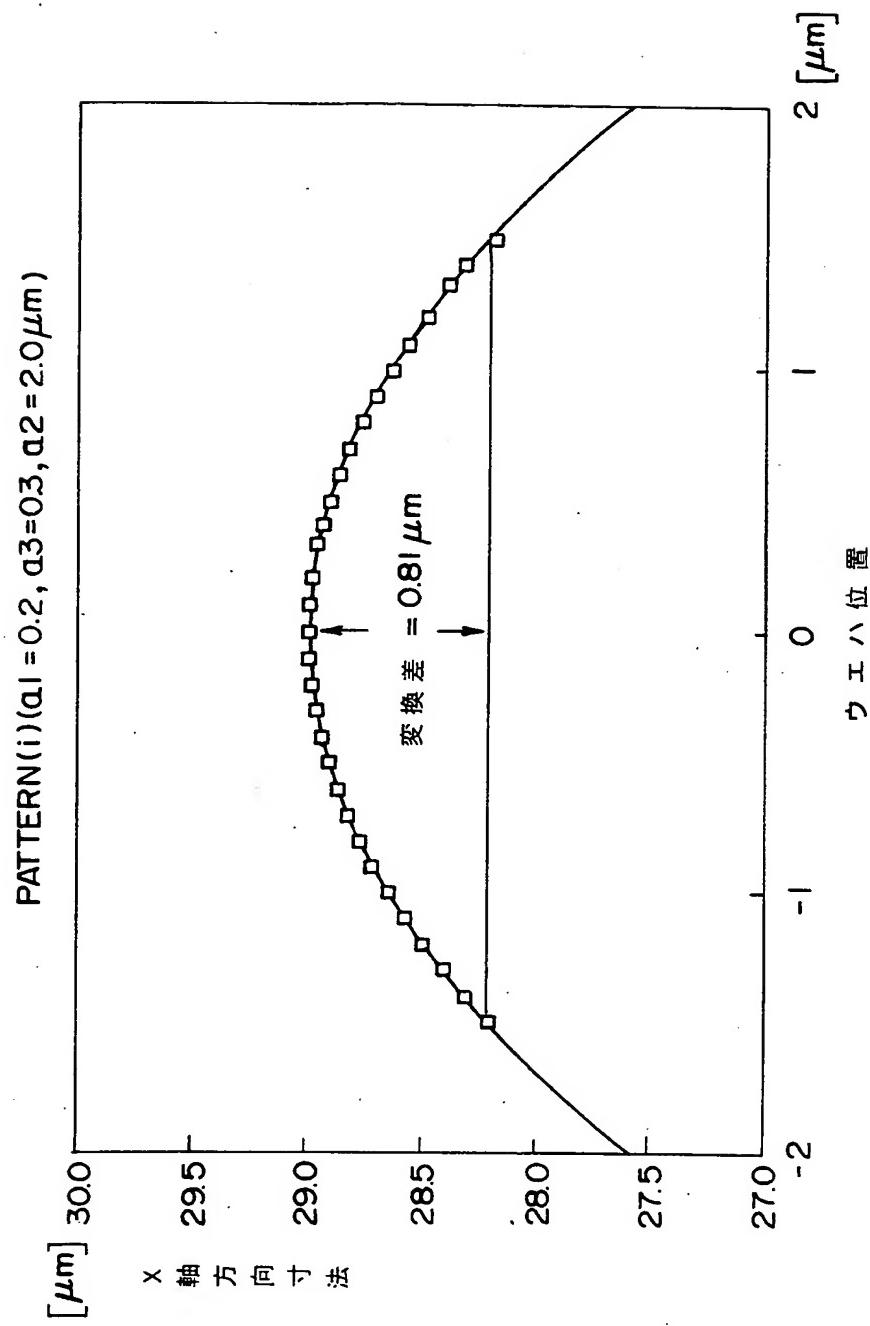


Fig. 8

7/14

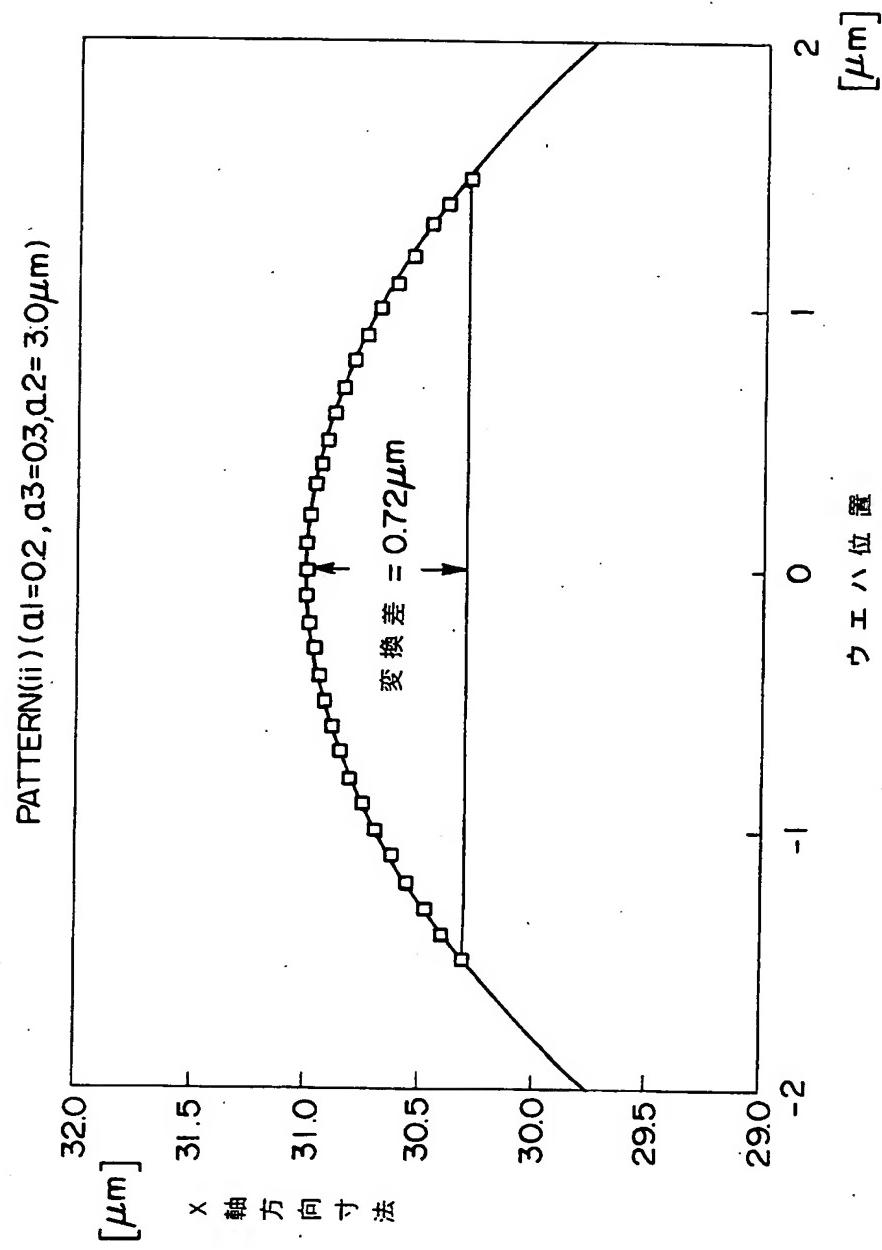


Fig. 9

8/14

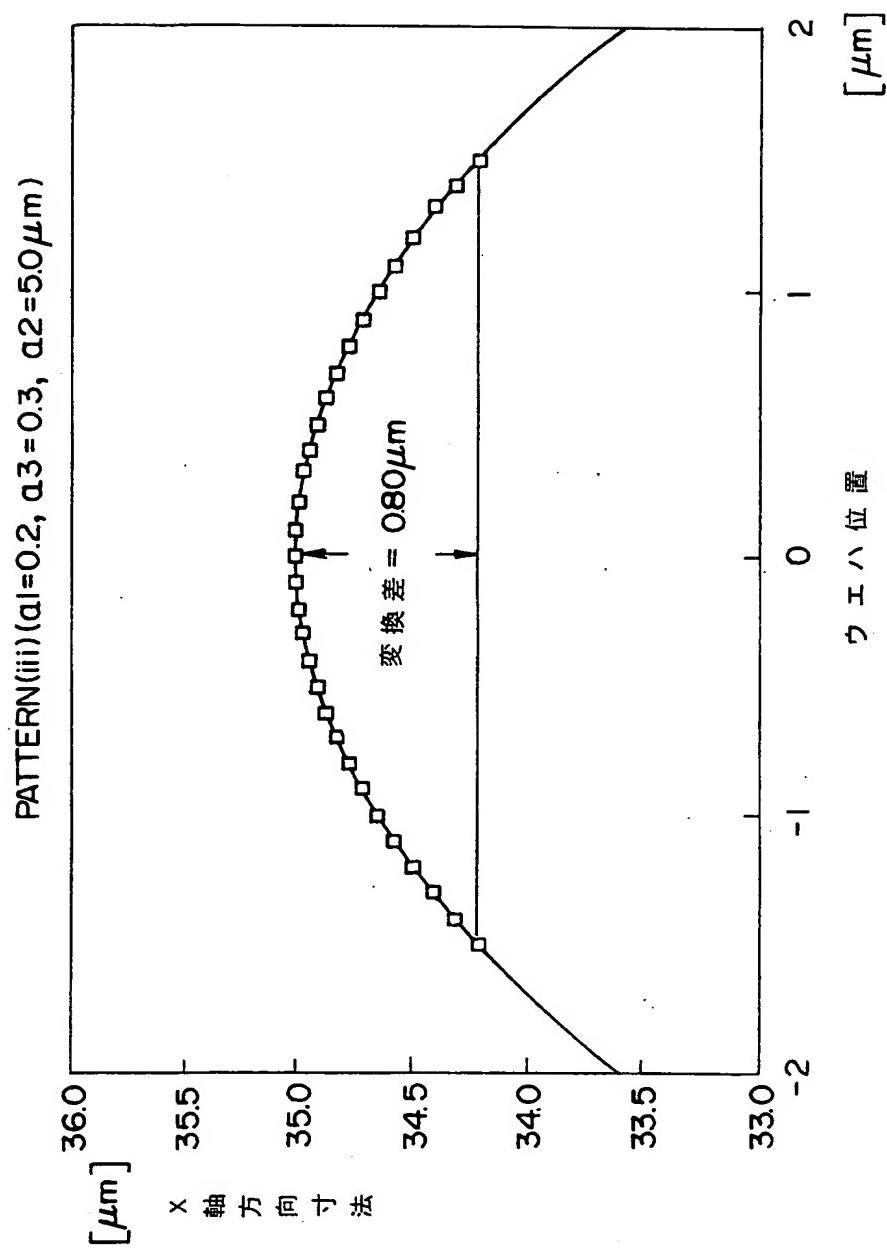


Fig. 10

9/14

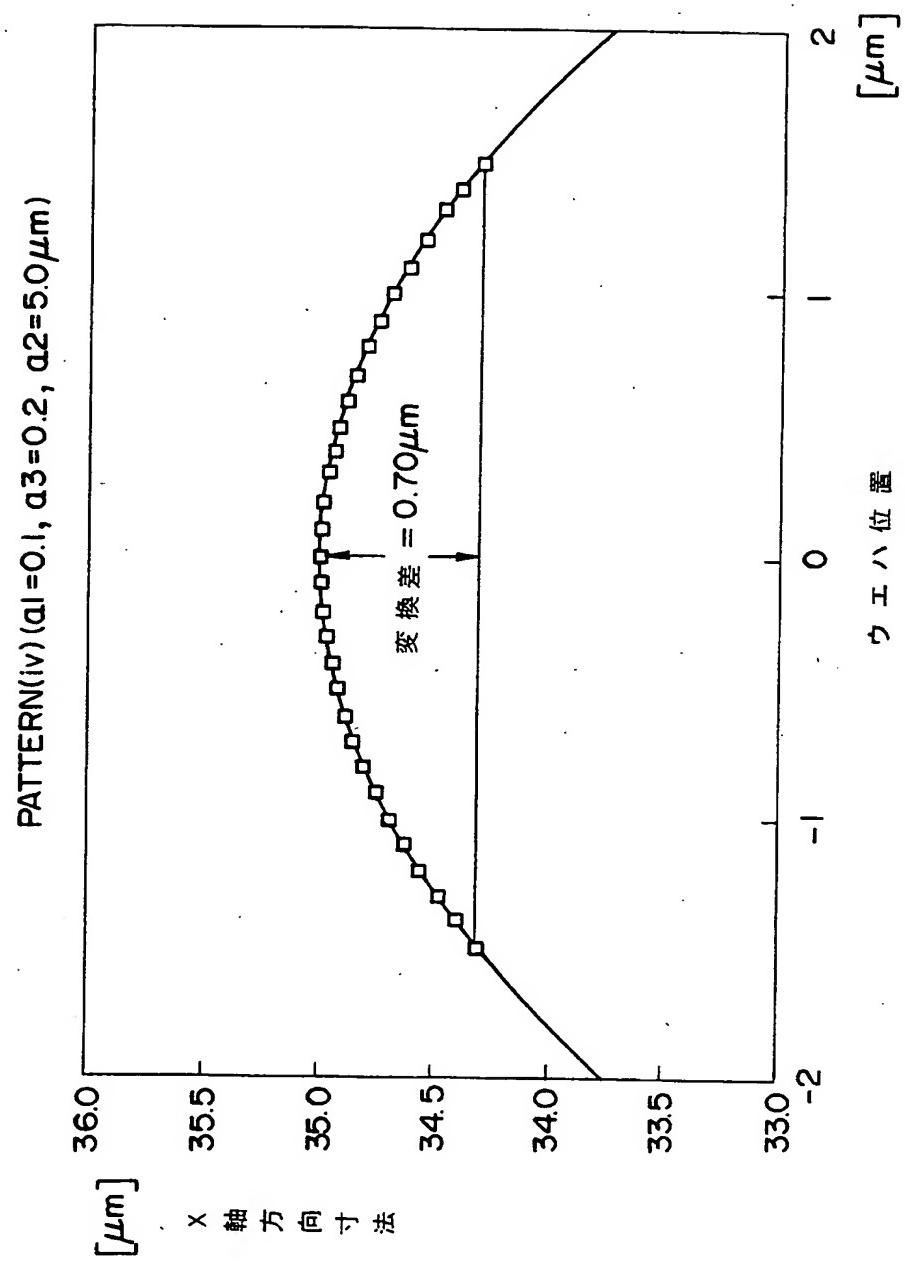


Fig. 11

10/14

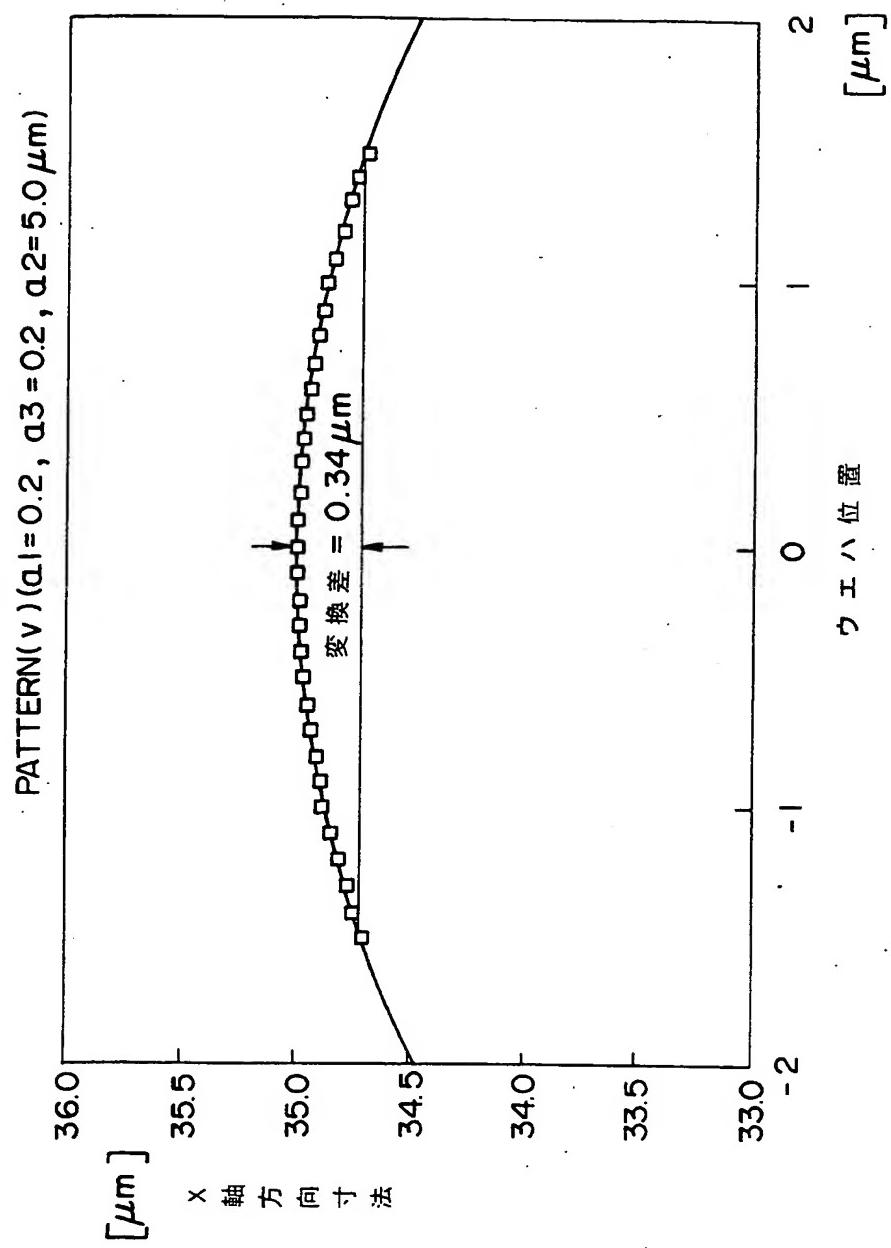


Fig. 12

11/14

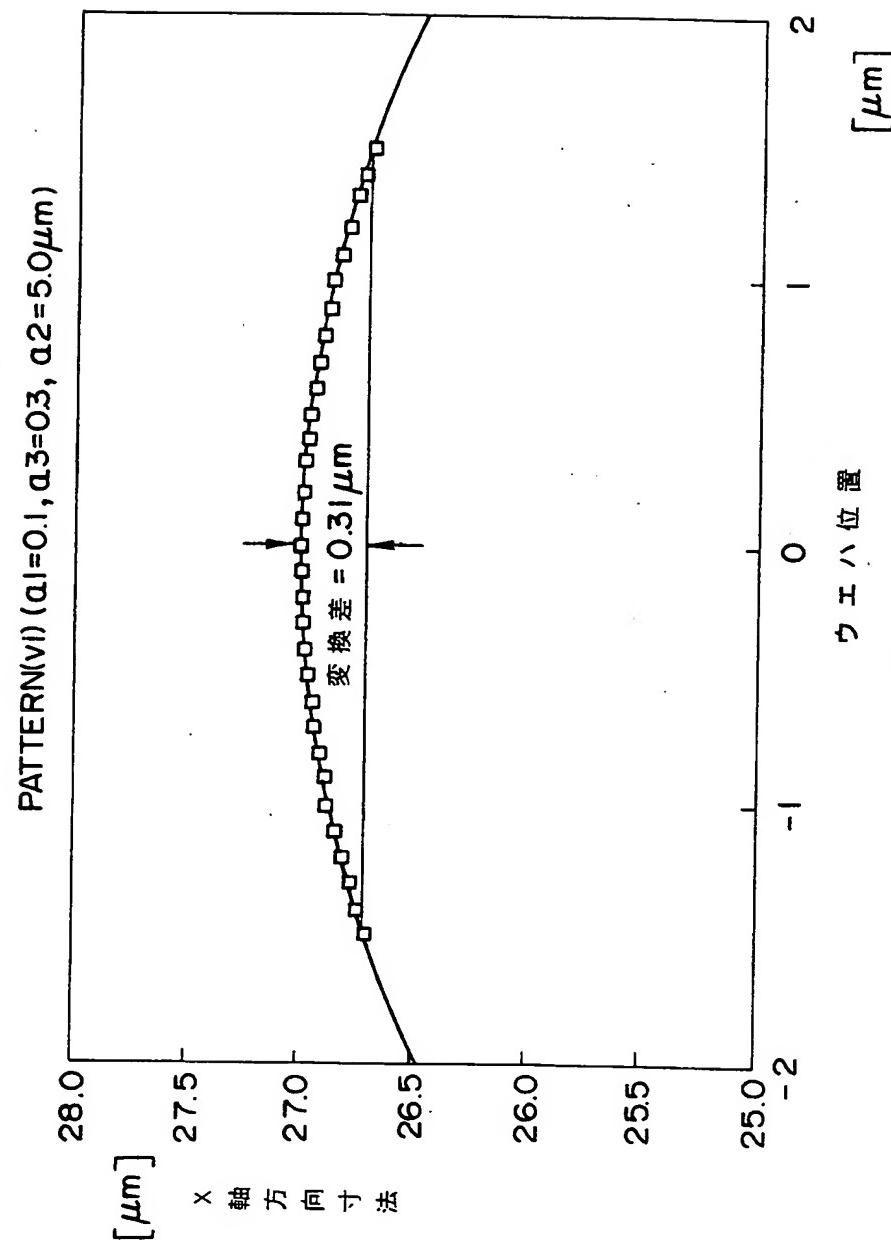


Fig. 13

12/14

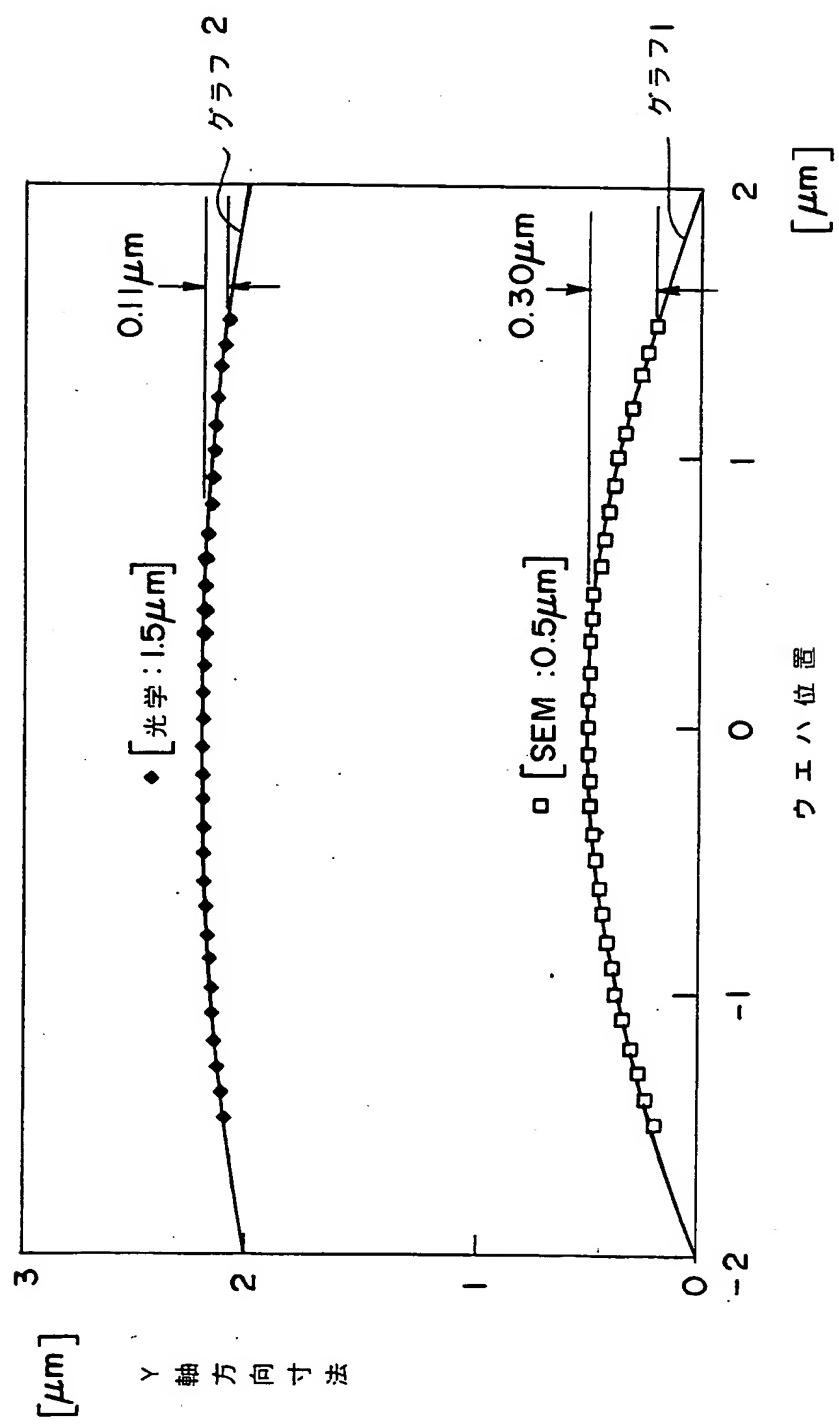
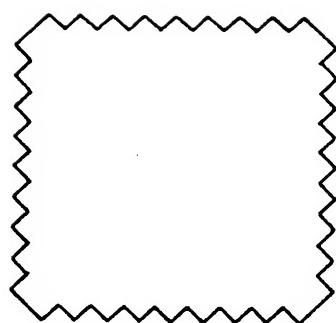


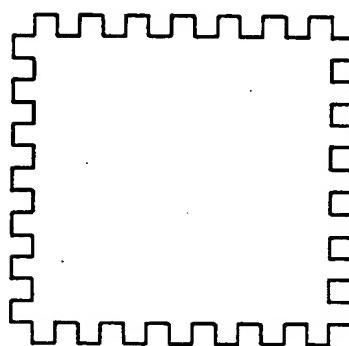
Fig. 14

13/14



本発明の第4の焦点評価用レティクルバタン

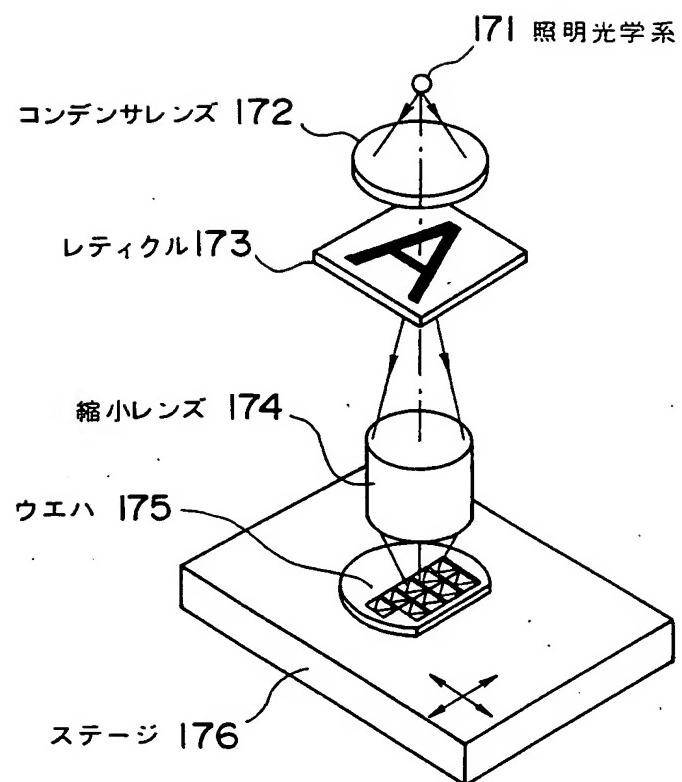
Fig. 15



本発明の第5の焦点評価用レティクルバタン

Fig. 16

14 / 14



ス テ ッ パ 装 置

Fig. 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP94/01705

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ H01L21/027

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁵ H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1950 - 1994
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1994

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, A, 58-77231 (Hitachi, Ltd.), May 10, 1983 (10. 05. 83), (Family: none)	1-3, 5-7
A	JP, A, 49-79472 (Hitachi, Ltd.), July 31, 1974 (31. 07. 74), (Family: none)	2-3, 5-7
A	JP, A, 63-19830 (Oki Electric Industry Co., Ltd.), January 27, 1988 (27. 01. 88), (Family: none)	4

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

- Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
November 17, 1994 (17. 11. 94)

Date of mailing of the international search report
December 6, 1994 (06. 12. 94)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office
Facsimile No.

Authorized officer
Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP 94/01705

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C26 H01L21/027

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C26 H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1950-1994年

日本国公開実用新案公報 1974-1994年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, A, 58-77231 (株式会社 日立製作所), 10. 5月. 1983 (10. 05. 83) (ファミリーなし)	1-3, 5-7
A	JP, A, 49-79472 (株式会社 日立製作所), 31. 7月. 1974 (31. 07. 74) (ファミリーなし)	2-3, 5-7
A	JP, A, 63-19830 (沖電気工業株式会社), 27. 1月. 1988 (27. 01. 88) (ファミリーなし)	4

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日
 若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献
 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日
 の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と
 矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のため
 に引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性
 又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文
 献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性
 がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 11. 94

国際調査報告の発送日

06.12.94

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

中西一友

4 M 7 3 5 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3464